**SYTC**
友明科技

TG-1-10~140

TG-2-32~250

TG-3-32~2500

# 晶闸管交流调功器

——自动控制温度

晶闸管交流功率控制器——

# 说

# 明

# 书


苏州市友明科技有限公司

江苏省苏州市高新技术产业开发区滨河路 1276 号

电话：0512-68254782，68257376 传真：0512-68254782-225 邮编：215011

http：\\ www. ymkj. cn

# 目　　录

# 1、概　　述

1.1 晶闸管交流功率控制器是国际电工委员会（IEC）命名的“半导体交流功率控制器”（Semiconductor AC Power Controller）的一种，它以晶闸管（可控硅 SCR 或双向可控硅 TRIAC）为开关元件，是一种可以快速、精确地控制合闸时间的无触点开关，是自动控制温度系统高精度及高动态指标必不可少的功率终端控制设备。

1.2 苏州市友明科技有限公司研制生产的晶闸管交流功率控制器有下列两种：

采用过零脉冲触发的晶闸管交流调功器；

采用移相脉冲触发的晶闸管交流调压器。

1.3 晶闸管交流调功器是在一个固定周期或变动周期里，以控制导通的交流电周波数来控制输出功率的大小。晶闸管在正弦波过零时导通，在过零时关断，输出为完整的正弦波。

1.4 苏州市友明科技有限公司研制的晶闸管交流调功器符合国际电工委员会 IEC-TC22B 标准，实现电路集成化、功率系列化、部件通用化、仪表智能化。

1.5 晶闸管交流调功器主要用于各种电阻炉、电加热器、扩散炉、恒温槽、烘箱、熔炉等电热设备的温度自动、手动控制。

1.6 晶闸管交流调功器适用于电阻负载（功率因数等于 1），如镍铬、铁铬铝、镍铁电阻丝、钨钼丝，碳化硅棒、远红外电热板等电热元件。

1.7 调功器直接供电给电热元件，不需变压器耦合。

1.8 晶闸管交流调功器包括周波控制器、晶闸管（双向可控硅、反并联可控硅）、快速熔断器，过电流保护、音响报警、电源电压表、输出功率指示仪表等部件。自动控温晶闸管交流功率控制器还包括温度显示和控制仪表。

1.9 温度显示和控制采用先进的仪表，具有 P、I、D 或 P、I、D 自适应等控制。

# 2、 控 温 系 统

## 2.1 单点控温系统

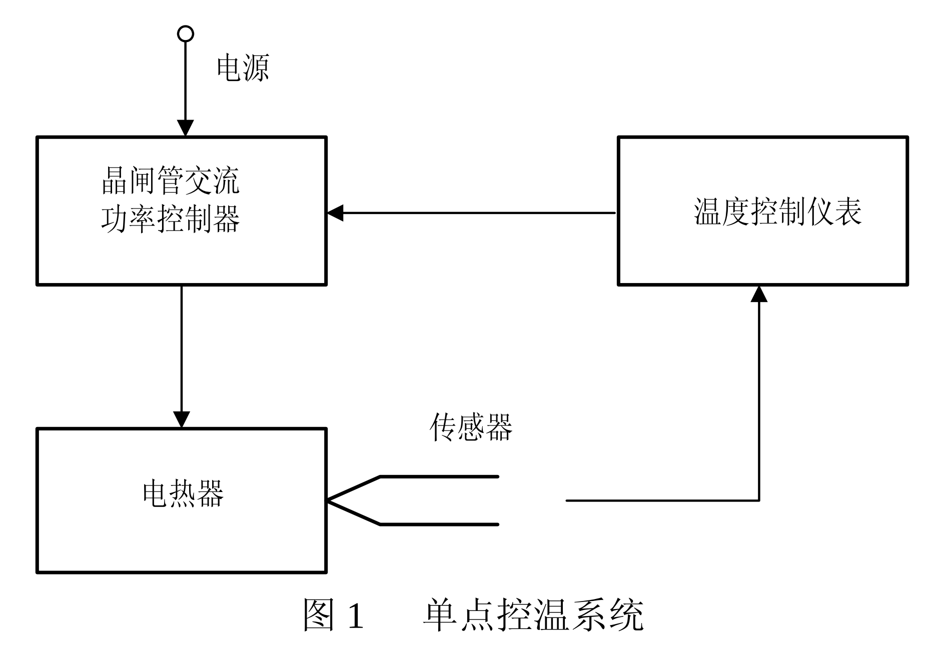



图 1　　单点控温系统

## 2.2 晶闸管交流功率控制器电路方框图：

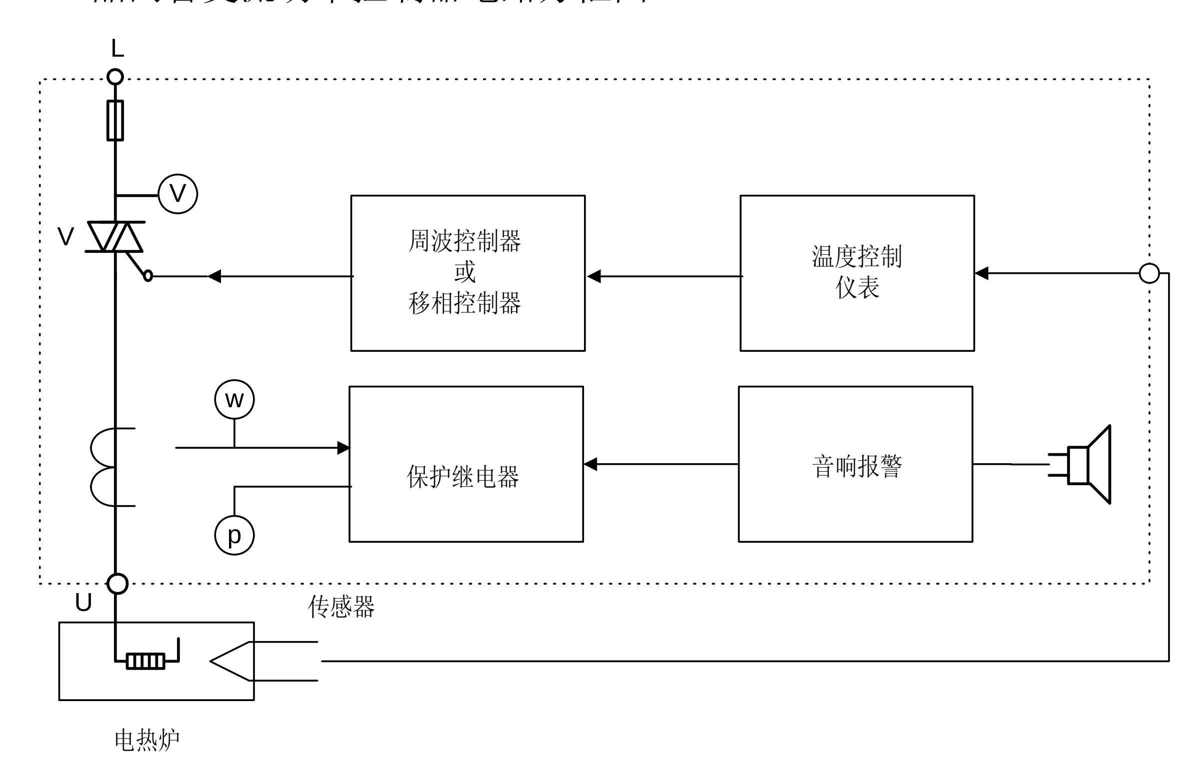



图 2　　晶闸管交流功率控制电路

## 3、晶闸管交流调功器的特点

3.1 定周期晶闸管交流调功器是以晶闸管零电压无触点开关，在固定的周期 T 内（例如一秒钟），以改变输出交流电周波数达到控制输出功率的目的，即输出功率随周期内波群数的变化而变化，其输出波形如图 3。

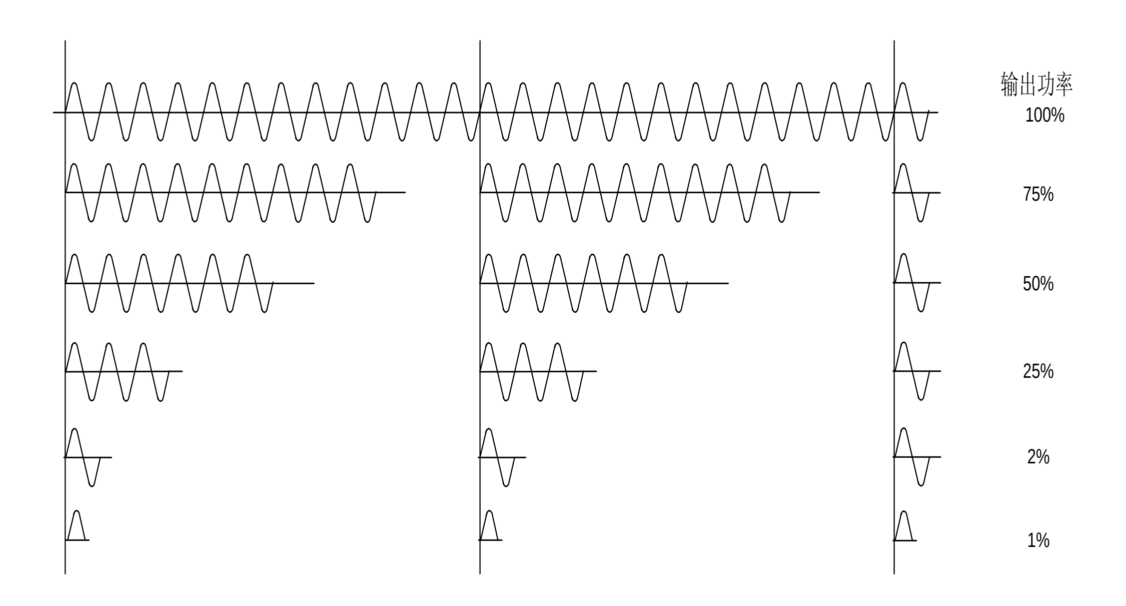



图 3　　定周期晶闸管交流调功器输出波形

3.2 变周期晶闸管交流调功器输出的正弦波是均匀分布的，又叫间隔式调功器，其中重复周期以最小正弦波间隔安排，例如最小周期是输出功率为 50%的时候，周期为 40 毫秒（0.04 秒），即导通一个周波，关断一个周波，在最大和最小输出功率时周期最大，如在输出功率为 99.9%时，周期为 20 秒，即导通 999 个周波，关断 1 个周波，输出功率为 0.1%，周期亦为 20 秒，即导通一个周波，关断 999 个周波。其输出波形如图 4。

以上两种改变周期内周波数的连续控温方式，精度高，温度波动小，是一种新型的控温方式。

3.3 晶闸管交流调功器采取正弦波过零触发方式，输出为完整的正弦波，因而其辐射干扰、传导干扰和负载电流的瞬态浪涌也最小。

3.4 晶闸管交流调功器运行时无噪音，寿命长，效率比电磁装置高（达 99%），功率因数也高（cosφ=1）,有利于节约电能。

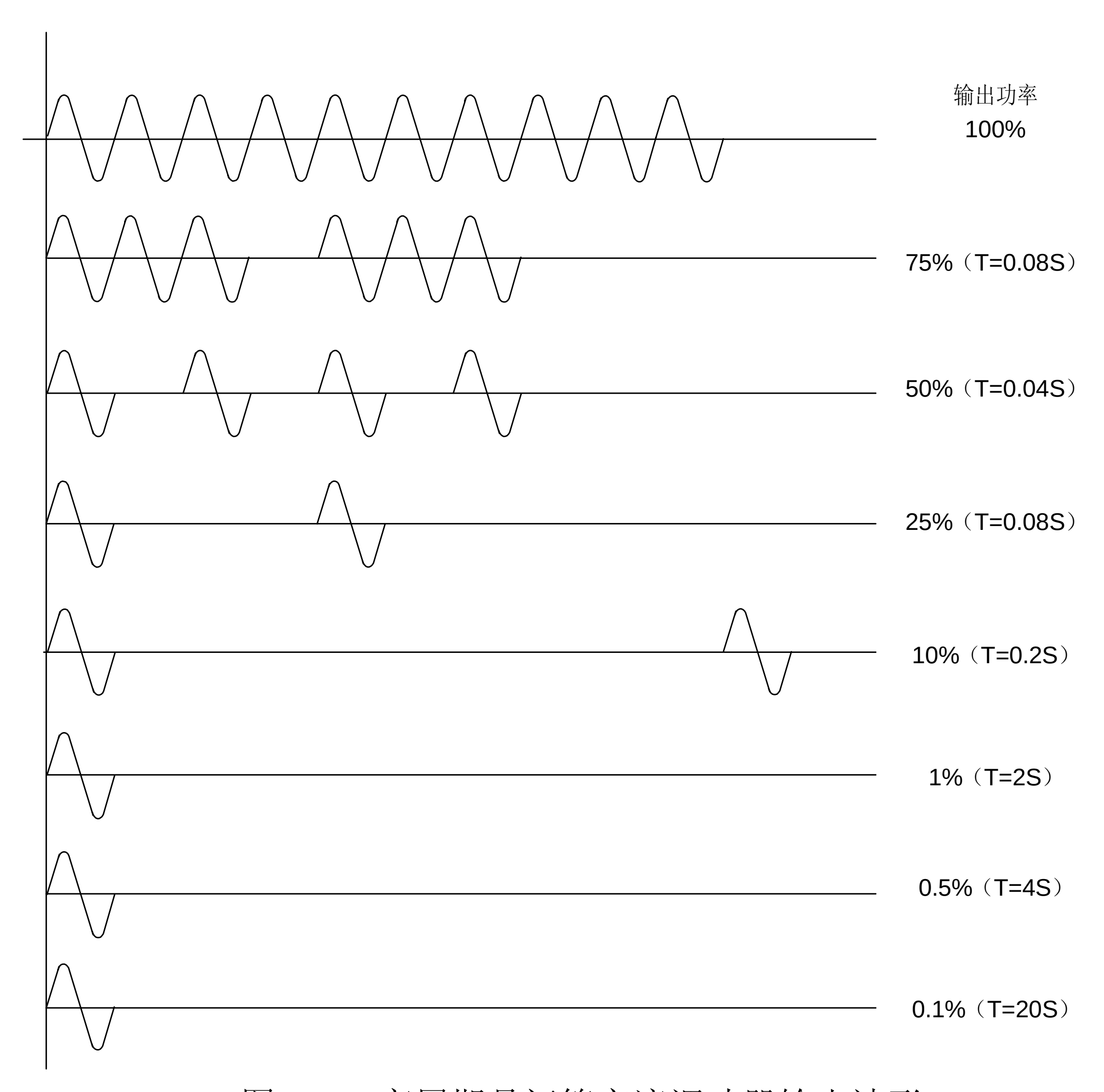



图 4　　变周期晶闸管交流调功器输出波形

# 4、　技　术　性　能

4.1多种规格可供选择：

电源电压　AC　110V、220V、380V、660V、+10%、-15%

电源频率　47~63Hz

相　　数　1 相、2 相、3 相

输出功率　10~2500KW 系列

控温范围　0~2400℃

控温精度　1%、0.5%

控温方式　恒温（PID、PID 自适应）

调功器设定周期　1 秒、0.5 秒、2 秒、变周期

负载功率因数　cosφ=1

负载接法　3 相　Y 接（中点接零）

Y 接（中点不接零）

△接

晶闸管冷却方式　自冷、强迫风冷

定　　额　连续

控温点数　单点、多点

不带控温仪表时的控制信号输出回路阻抗

| | | |
|---|---|---|
| DC0~10mA | 800Ω |
| DC4~20mA | 250Ω |
| DC0~5V | ≥10KΩ |
| DC0~10V | ≥10KΩ |
| LOGIC | ≥10KΩ |

4.2 使用环境条件

环境温度　风冷、自冷　—15～45℃

贮运温度　—25～55℃

相对温度　15～90%（以不产生凝露为度）

室内使用

不含化学腐蚀及爆炸性气体的环境

4.3 对交流电源的要求

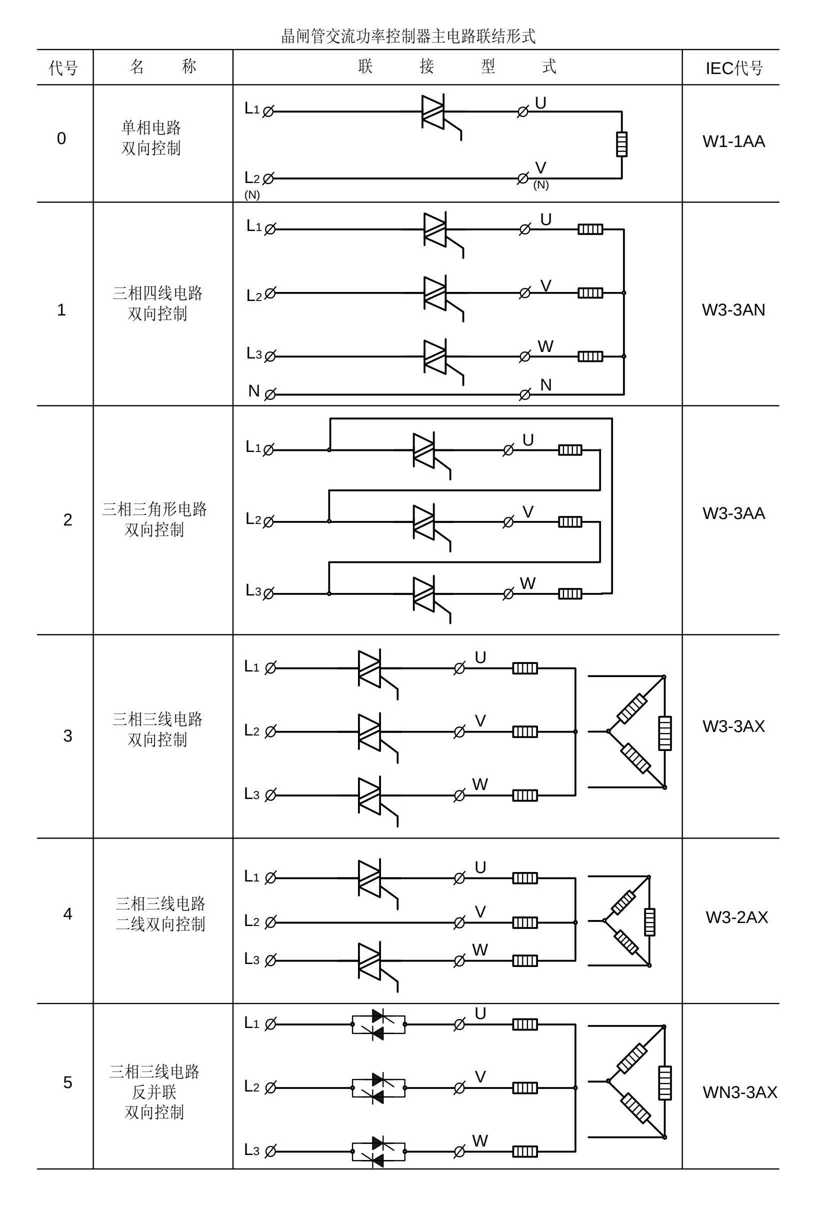
按照 IEC-TC22B 对半导体功率控制器的规定,电源变压器的阻抗应小于等于负载阻抗的 1%,也就是电源变压器的阻抗压降应小于等于负载电压的 1%,实际使

用时变压器容量应大于晶闸管交流调功器总容量的 2~3 倍。

4.4 安全隔离

晶闸管交流功率控制器仅对交流功率进行控制，即使在晶闸管关断状态也不能与电源安全隔离，应在控制器前装置刀开关、自动开关等，以保证停机或检修时的安全。

## 5、晶闸管交流功率控制器主电路联结形式



晶闸管交流功率控制器主电路联结形式

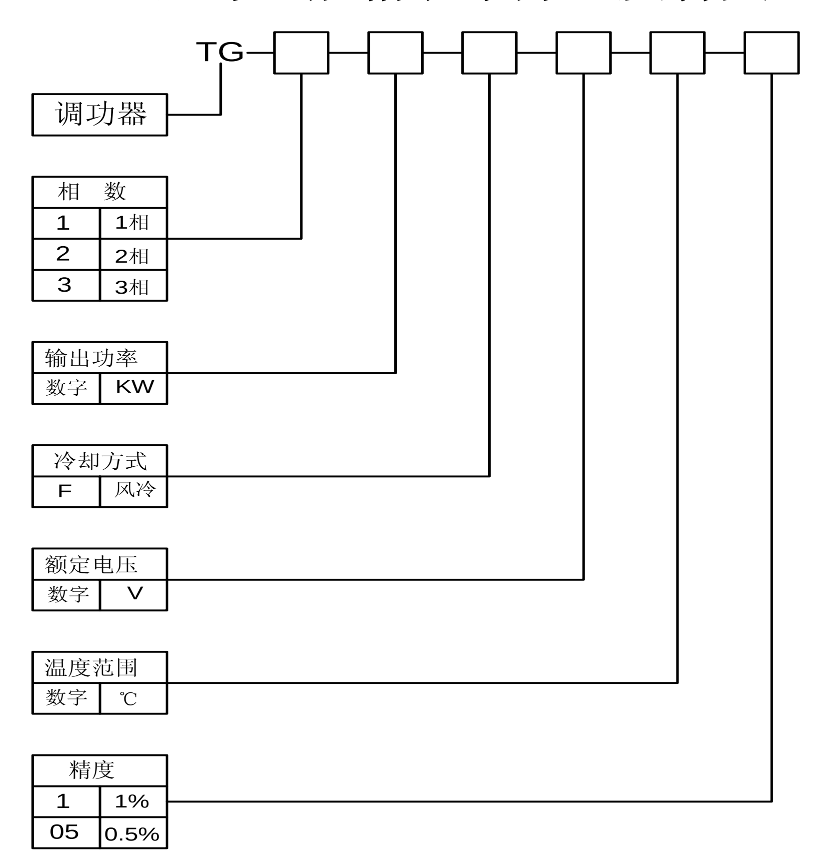
| 代号 | 名　称 | 联　接　型　式 | IEC代号 |
|---|---|---|---|
| 0 | 单相电路<br>双向控制 | L1 U L2 (N) V (N) | W1-1AA |
| 1 | 三相四线电路<br>双向控制 | L1 U L2 V L3 W N N | W3-3AN |
| 2 | 三相三角形电路<br>双向控制 | L1 U L2 V L3 W | W3-3AA |
| 3 | 三相三线电路<br>双向控制 | L1 U L2 V L3 W | W3-3AX |
| 4 | 三相三线电路<br>二线双向控制 | L1 U L2 V L3 W | W3-2AX |
| 5 | 三相三线电路<br>反并联<br>双向控制 | L1 U L2 V L3 W | WN3-3AX |

# 6、晶闸管交流功率控制器的功率系列

| 型号 | 额定功率KW | 额定电流A | 相数 | 标称输入输出电压V | 功率调节范围KW | 晶闸管 | | 电路 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 型式 | 冷却方式 | IEC 标准 |
| TG-1-10 | 10 | 50 | 1 | 220 | 0~10 | 双向 | 风冷 | W1-1AA |
| TG-1-20 | 20 | 100 | 1 | 220 | 0~20 | 双向 | 风冷 | W1-1AA |
| TG-1-50 | 50 | 250 | 1 | 220 | 0~50 | 双向 | 风冷 | W1-1AA |
| TG-2-80 | 80 | 400 | 1 | 220 | 0~80 | 双向 | 风冷 | W1-1AA |
| TG-2-18 | 18 | 50 | 2 | 380 | 0~18 | 双向 | 风冷 | W1-1AA |
| TG-2-35 | 35 | 100 | 2 | 380 | 0~35 | 双向 | 风冷 | W1-1AA |
| TG-2-71 | 71 | 200 | 2 | 380 | 0~71 | 双向 | 风冷 | W1-1AA |
| TG-2-90 | 90 | 250 | 2 | 380 | 0~90 | 双向 | 风冷 | W1-1AA |
| TG-2-140 | 140 | 400 | 2 | 380 | 0~140 | 双向 | 风冷 | W1-1AA |
| TG-2-32 | 32 | 50 | 2 | 380 | 0~32 | 双向 | 风冷 | W3-2AX |
| TG-2-63 | 63 | 100 | 2 | 380 | 0~63 | 双向 | 风冷 | W3-2AX |
| TG-2-160 | 160 | 250 | 2 | 380 | 0~160 | 双向 | 风冷 | W3-2AX |
| TG-2-250 | 250 | 400 | 2 | 380 | 0~250 | 双向 | 风冷 | W3-2AX |
| TG-3-32 | 32 | 50 | 3 | 380 | 0~32 | 双向 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-63 | 63 | 100 | 3 | 380 | 0~63 | 双向 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-160 | 160 | 250 | 3 | 380 | 0~160 | 双向 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-250 | 250 | 400 | 3 | 380 | 0~250 | 双向 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-315 | 315 | 500 | 3 | 380 | 0~315 | 反并 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-500 | 500 | 800 | 3 | 380 | 0~500 | 反并 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-630 | 630 | 1000 | 3 | 380 | 0~630 | 反并 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |

| 型号 | 额定功率KW | 额定电流A | 相数 | 标称输入输出电压V | 功率调节范围KW | 晶闸管 | | 电路 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 型式 | 冷却方式 | IEC 标准 |
| TG-3-800 | 800 | 1250 | 3 | 380 | 0~800 | 反并 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-1000 | 1000 | 1600 | 3 | 380 | 0~1000 | 反并 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-1600 | 1600 | 2500 | 3 | 380 | 0~1600 | 反并 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-1000 | 1000 | 1000 | 3 | 660 | 0~1000 | 反并 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-1600 | 1600 | 1600 | 3 | 660 | 0~1600 | 反并 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |
| TG-3-2500 | 2500 | 2500 | 3 | 660 | 0~2500 | 反并 | 风冷 | W3-3AN<br>W3-3AX |

# 型号、规格表示方法及含义



# 7、电 路 原 理

晶闸管交流功率控制器见电原理图（见图 5、6、7）。

7.1 主电路

主电路按第 5 节介绍有 0、1、2、3、4、5 等 6 种。

晶闸管额定通态电流（有效值）为电路额定电流的二倍，留有充分的余量，晶闸管有自冷、风冷二种。

7.2 控制器

晶闸管的触发及控制，根据工作方式的不同，使用不同的控制器，调功器用 TG-G1/3-A/B 型周波控制器。控制器接受各种温度控制仪表输入信号，控制触发脉冲是否输出和输出的时间，也就是控制输出功率的大小。还可以手动控制。

控制器还接受继电器送来的保护信号迅速截止触发脉冲，使晶闸管立即关断，而不受过载或短路电流的损害。

7.3 保护及报警

快速熔断器 FU 担任短路及过载保护。

温度控制器设有超温保护，当温度超过设定温度上限时，其内部无触点开关迅速闭合，使 TG-G 周波控制器的 P+P—端子短接，触发脉冲立即停止输出，使晶闸管迅速关断。

所有保护动作，均发出报警声响和闪光信号，以引起值班人员的注意。

7.4 指示及测量

电源输入端各相有信号灯$H_{1\sim3}$指示。输出端各相也有信号灯$H_{4\sim6}$指示。

在$L_{12}$、$L_{13}$两相间有交流电压表PV测量线电压。调功器输出各相有积分功率表PW测量输出功率百分值。

积分功率表 PW 用电位器 RP 在额定功率时调至满度（出厂前已调好）。

7.5 温度自动控制

温度的自动控制由温度控制仪完成，现代温度控制仪具有下述功能：

——实测温度和设定温度的数字显示；

——温度上限和下限报警的设置；

——输出控制功率执行器信号，模拟信号或逻辑信号；

——使温度上升不过冲和很快稳定的 P、I、D 控制参数，P、I、D 参数在宽的范围可调。

——停电后无须重新设置设定点；

——少量的操作按钮，面板简洁。

对于恒温控制，控温精度有二种：

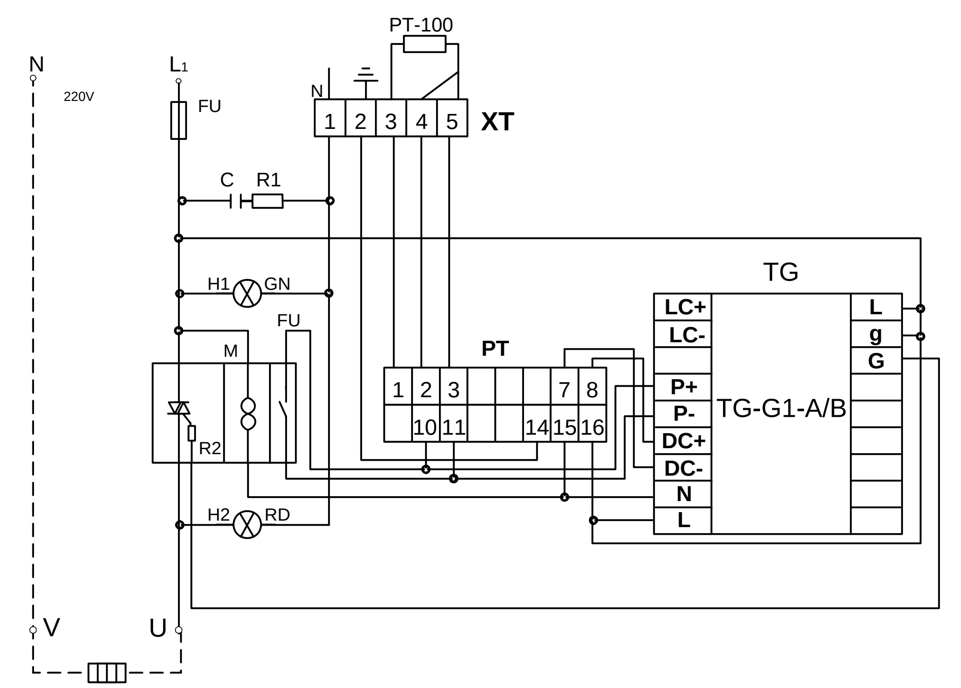
1%　——动圈式控制仪，有固定的 P、I、D 参数，输出为 DC0~10mA，可满足一般需要。

0.5%　——数字式控制仪，有固定的 P、I、D 参数或可调 P、I、D 参数，直流或逻辑输出。

7.6 零线和接地

7.6.1 机柜内需接入零线（N）及相线（L），以供给仪表 220V 电源，消耗功率不大于 220VA，零线及相线均接于端子排上，安装时请参阅出厂电路图。

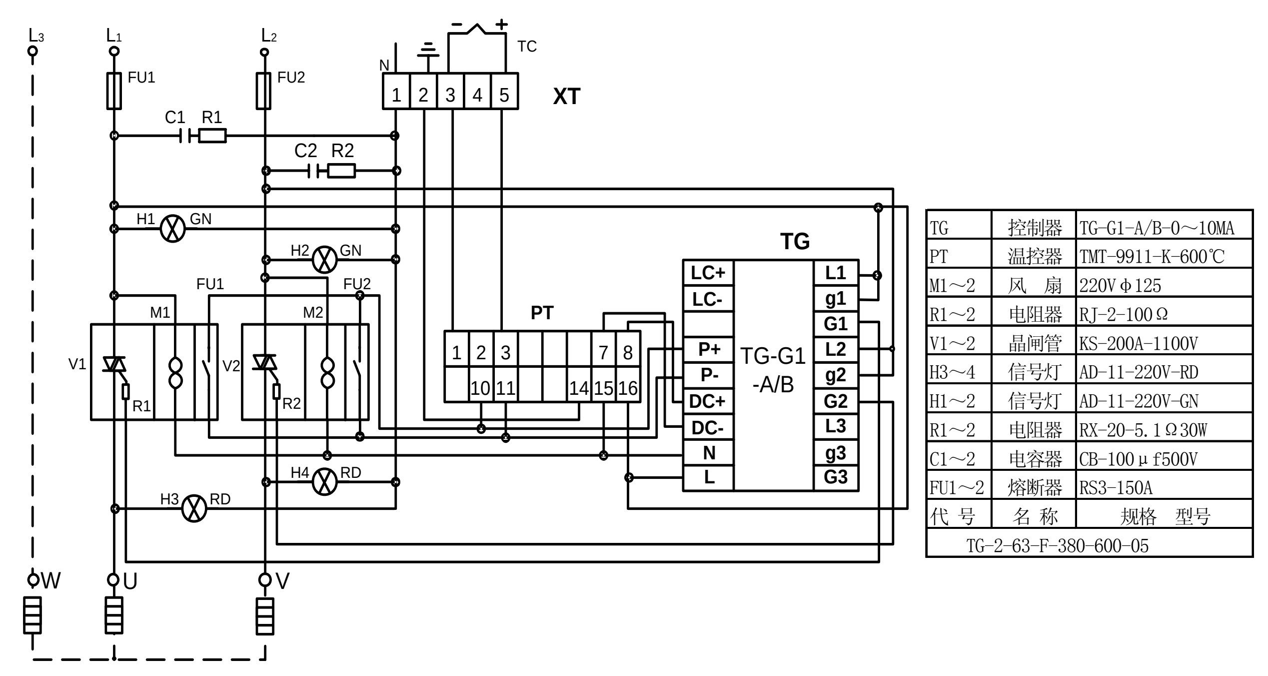
7.6.2 机柜下部备有接地螺栓，专用于机柜保护接地，不得当作零线输入 220V 电源。




| | | |
|---|---|---|
| TG | 控制器 | TG-G1-A/B-0-10MA |
| PT | 温控器 | TMT-9912-400℃ |
| M | 风　扇 | 220V φ125 |
| R2 | 电阻器 | RJ-100Ω |
| V | 晶闸管 | KS-100A-700V |
| H2 | 信号灯 | AD-11-220V-RD |
| H1 | 信号灯 | AD-11-220V-GN |
| R1 | 电阻器 | RX-20-10Ω20W |
| C | 电容器 | CB-100μf500V |
| FU | 熔断器 | RS3-75A |
| 代号 | 名 称 | 规格　型号 |
| TG-1-10-F-220-400-05 | | |

图 5　　晶闸管单相交流调功器

----炉温超温保护

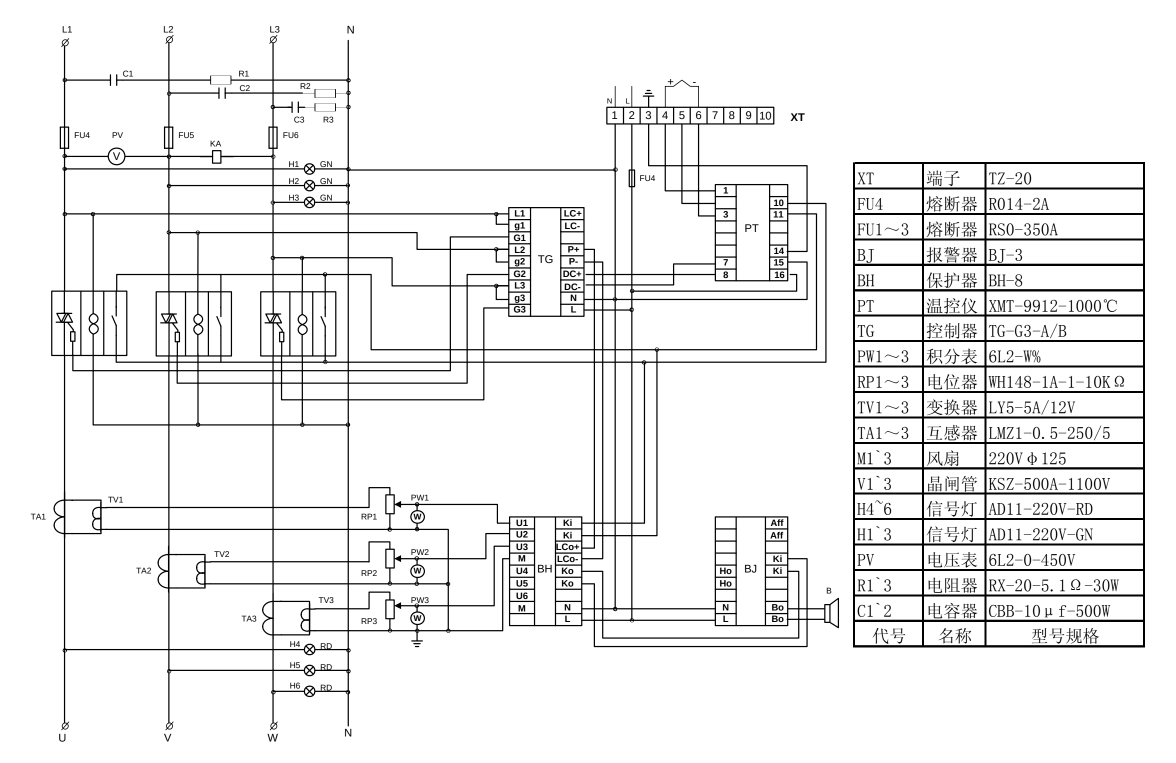



| | | |
|---|---|---|
| TG | 控制器 | TG-G1-A/B-0～10MA |
| PT | 温控器 | TMT-9911-K-600℃ |
| M1～2 | 风　扇 | 220Vφ125 |
| R1～2 | 电阻器 | RJ-2-100Ω |
| V1～2 | 晶闸管 | KS-200A-1100V |
| H3～4 | 信号灯 | AD-11-220V-RD |
| H1～2 | 信号灯 | AD-11-220V-GN |
| R1～2 | 电阻器 | RX-20-5.1Ω30W |
| C1～2 | 电容器 | CB-100μf500V |
| FU1～2 | 熔断器 | RS3-150A |
| 代 号 | 名 称 | 规格　型号 |
| TG-2-63-F-380-600-05 | | |

图 6　　晶闸管两相交流调功器

----三相控制两相，中点不接零

----炉温超温保护




| | | |
|---|---|---|
| XT | 端子 | TZ-20 |
| FU4 | 熔断器 | R014-2A |
| FU1～3 | 熔断器 | RS0-350A |
| BJ | 报警器 | BJ-3 |
| BH | 保护器 | BH-8 |
| PT | 温控仪 | XMT-9912-1000℃ |
| TG | 控制器 | TG-G3-A/B |
| PW1～3 | 积分表 | 6L2-W% |
| RP1～3 | 电位器 | WH148-1A-1-10KΩ |
| TV1～3 | 变换器 | LY5-5A/12V |
| TA1～3 | 互感器 | LMZ1-0.5-250/5 |
| M1`3 | 风扇 | 220Vφ125 |
| V1`3 | 晶闸管 | KSZ-500A-1100V |
| H4~6 | 信号灯 | AD11-220V-RD |
| H1`3 | 信号灯 | AD11-220V-GN |
| PV | 电压表 | 6L2-0-450V |
| R1`3 | 电阻器 | RX-20-5.1Ω-30W |
| C1`2 | 电容器 | CBB-10μf-500W |
| 代号 | 名称 | 型号规格 |

图 7　　晶闸管三相交流调功器

# 8、检查及功能调试

8.1 用户在货到开箱后，取出产品说明书及电路图（包括电气原理图和接线图），仔细阅读后再对设备进行检查。如有疑问，请联系本公司，本公司将予以满意的答复。产品说明书及产品合格证等资料均应按规定存档，以备随时调阅。

8.2 检查柜内各部分固定螺钉及导线接头有无松动，检查各部分仪表及各元器件有无异常和损坏，并及时排除。如有困难，联系本公司说明具体情况，本公司将及时处理。

8.3 模拟负载、模拟各控制信号进行通电调试。

8.3.1 按本产品电气原理图中对柜内的对外接线端子排的说明要求。在端子排 1、2、3 号上接铂电阻信号（注意电阻信号接在 1、2 号端子上，温度补偿信号接在 2、3 号端子上）。将端子排上 5、6 号的仪控控制信号用一根导线先短接。

8.3.2 根据电加热器阻丝的接法来选择模拟负载的接法。

a.星形接法：准备三只白炽灯泡（220V、100W 以上），三只灯泡功率一样大，接成星形，分别接在输出端 A、B、C 上，灯泡公共线接在零线排上。

b.三角形接法：准备六个白炽灯泡（220V、100W 以上），六只灯泡功率一样大。先分别将两只灯泡串联，然后接成三角形，分别接在输出端 A、B、C 上。

用灯泡作模拟负载，可直观地检查调功器是否正常。

8.3.3 将 380V 三相电源接入输入端 $L_1$、$L_2$、$L_3$，零线接入零线排上。为防止有线路故障而损伤设备，先将周波控制器（以下简称“周波”）的“ON/OFF”按钮按出，置于“OFF”位、“MAN/AUT”按钮按出，置于“MAN”位、面板正中的手动调节电位器旋钮逆时针方向旋转到底。

8.3.4 合上控制开关 QF1、主回路电源输入开关 QF，电压表应指示交流电压值，调功柜停止指示灯（绿灯）亮，温度控制器（以下简称“温控”）电源指示灯被点亮，温控面板上排显示窗显示从铂电阻测得的温度值，下排显示窗显示出厂时设定的温度值。因仪控信号已给出（仪控控制信号 5、6 短接），所以允许运行（加热）指示灯（红灯）亮。用万用表电阻档测量端子排上“调功柜工作信号”，两端子应接通。

8.3.5 合上控制开关 QF2、QF3， A、B、C 三相输入指示灯亮。若主开关 QF

是万能断路器，则在控制开关 Q F1 合上时自动储能，在将万能断路器启动按钮按下后，A、B、C 三相输入指示灯亮。

8.3.6 按下调功柜启动按钮，调功柜启动指示灯（红灯）亮，冷却风扇开始工作。查看六只风扇是否正常，如有异常，断电检查风扇是否损坏及线路是否松动。若是双路控制系统，按下调功柜启动按钮后，因还未选择哪路控制系统工作，所以风扇还不工作，待将“Ⅰ仪控选择Ⅱ”打到“Ⅰ”路或“Ⅱ”路后方正常工作。

**注意，正常工作时，晶闸管散热器带电，严禁用手触及！**

8.3.7 将周波的电源开关按钮“ON/OFF”按进，置于“ON”位，手动调节加热功率。顺时针缓慢旋转面板正中的手动调节电位器旋钮，周波上的输入指示的红色光柱也随着增加，同时输出信号灯“OUT”也开始闪烁。调功柜上的 A、B、C 三相输出指示灯及三相的白炽灯泡也闪烁，且亮度一样。周波上的输出信号灯、调功柜上的输出指示灯及负载白炽灯的闪烁完全一致。当旋钮旋至最大时，红色光柱全亮，输出信号灯，A、B、C 三相输出指示灯及负载白炽灯长亮。用万用表交流电压档测量三相输出线电压（380V 左右）、相电压（220V 左右）均平衡。

8.3.8 将周波的手动/自动按钮“MAN/AUT”按进，置于“AUT”位，此时周波的输出由温控自动控制。

在调试过程中因实际温度远远低于设定温度，调功柜将全功率输出。为调试调功柜功率自动调节功能，可将温控上的设定温度调到所测温度的附近。

例如：目前由 PT-100 测得在温控上显示的温度为 10℃，可按住温控上“∨”键，使设定值为 9℃或 8℃或更小，经过一段时间的 PID 调节，周波红色光柱及输出功率逐渐变小，直到最后，白炽灯完全熄灭；再按温控上“∧”键，使设定值为 11℃或 12℃或更大，经过一段时间的 PID 调节，周波红色光柱及输出功率逐渐变大，直到最后，白炽灯全亮。用万用表交流电压档测量三相输出线电压（380V 左右）、相电压（220V 左右）均平衡。

8.3.9 按下调功柜停止按钮，调功柜停止工作，工作指示灯灭，停止指示灯亮。

8.3.10 外部启、停调试：

用一根硬短接线将柜内端子排上“调功柜外接启动”两个端子短接一下（**注意，有电！**），调功柜正常启动调节；再用短接线将柜内端子排上“调功柜外接停止”两个端子短接一下（**注意，有电！**），调功柜停止工作。

8.3.11“快速熔断”或“负载过流”功能调试：

此功能是针对主回路在工作过程中，因种种原因，出现负载过负荷、电流超限或负载端出现短路现象，对负载及调功柜本身设备的保护。

带快速熔断器（以下简称“快熔”）控制保护的系统：在调功柜正常工作的情况下，用手拨动柜内快熔报警器的常开触点，使之闭合，调功柜闭锁功率输出，蜂鸣器发出声报警，柜面“快熔熔断”光字牌灯点亮。同时调功柜 A、B、C 三相输出指示灯及三相白炽灯泡均熄灭。用万用表电阻档测量柜内端子排上的“调功柜工作信号”两端子，应该断开。松开快熔报警器常开触点，使之复位，一切报警解除，调功柜正常工作，“调功柜工作信号”接通。

带 BH-8 型保护继电器（以下简称“保护继电器”）的系统：在调功柜正常工作的情况下，柜面保护继电器的电源指示灯亮。按下保护继电器上的“试验按钮”，此时调功柜闭锁功率输出，“过电流”指示灯发光，蜂鸣器发出声报警，柜面“负载过流”光字牌点亮。同时调功柜 A、B、C 三相输出指示灯及三相白炽灯泡均熄灭，“调功柜工作信号”断开。按下保护继电器上的“复位按钮”，使之复位，保护继电器上“过电流”指示灯熄灭，所有报警解除，调功柜正常工作，“调功柜工作信号”接通。

8.3.12“温度超限”功能调试：

此功能主要是针对调功柜在对电加热器加热时，防止加热温度超过电加热器所允许的最大温度（此温度需根据电加热器的参数预设）时间过长，对电加热器阻丝起着保护作用。对于某些大功率负载或要求高的场所，调功柜还带有晶闸管超温保护功能，此功能是通过并入“温度超限”回路实现的。

承前例：调功柜正常工作时，若测得温度为 10℃，把温控中的温度高限值调到 9℃时，调功柜立即闭锁功率输出。柜面“温度超限”光字牌点亮，蜂鸣器发出声报警。同时调功柜 A、B、C 三相输出指示灯及三相白炽灯泡均熄灭，“调功柜工作信号”断开。对于带保护继电器的系统，此时保护继电器上的“超温”指示灯发光。再把温控温度高限值调到 12℃（此时设定运行温度为 11℃），一切报警解除，调功柜正常工作，“调功柜工作信号”接通。根据 P、I、D 调节调功柜逐步增大输出功率，直到最后满功率输出。

“温度超限”报警有自复位功能，只要温度达到正常，报警就自动解除。

温控中温度上下限范围的设置方法如下：

按住温控面板上“SET”键约 3 秒钟至上排测量显示窗显示“LC”时松开。按“∨”或 “∧”键，使下排显示窗显示“On”。

按“SET”键至上排测量显示窗显示“AH”此参数为温度调节的上限值。按“∨”或 “∧”键，下排显示窗显示的数值是所选择温度的高限值。

按“SET”键至上排测量显示窗显示“AL”此参数为温度调节的下限值。按“∨”或 “∧”键，下排显示窗显示的数值是所选择温度的低限值。一般用户无需设此值，直接按出产值设定。

按 “SET”键约 3 秒钟，退出参数设定窗口。

8.3.13 声报警屏蔽功能：

为了减少工作现场的噪音污染，在工作人员发现调功柜有报警后，可手动屏蔽声报警。而光报警一直存在，直到故障排除或切断调功柜电源。

一般调功柜系统，在调功柜柜面上有一个小型“关 报警音响 开”的转换开关，需要屏蔽时打到“关”位，正常情况下打到“开”位，保证声报警有效实现。

带 BJ 型闪光音响报警器（以下简称“报警器”）的系统，在正常工作情况下，报警器的电源指示灯亮，按下报警器面板上“试验”按钮，蜂鸣器发出报警声响，面板上红色发光二极管灯光闪烁。面板中间的旋钮式电位器是供调节蜂鸣器的响度的，通过调节它，可以将报警声响调至适当的响度。在报警时，按下报警器面板上“确认”按钮，声报警被屏蔽，面板上红色发光二极管长亮，排除故障后熄灭。

8.4 双路控制系统中，将“Ⅰ仪控选择Ⅱ”转换开关打到另一路，再按照 8.3.7～8.3.12 步骤调试。

8.5 通过上述检查、调试，初步可确定设备无重大故障。将元器件恢复到调试前的状态，温控参数按现场加热温度的要求设定，然后进行安装、连接外部线路。

# 9、设备安装及初运行调试

9.1 安装调功柜的前提

9.1.1 在连接调功柜的电源进线及负载前，必须用测量工具测量相间及各相对地是否有短路现象，尤其是三相负载的接法要搞清（星形或是三角形等），保证负载无短路现象，确保初运行的顺利。

9.1.2 连接端子排的控制线及信号线时，需按照电气原理图上的端子排接线说明要求。

9.1.3 在检查所有接线无误后方可运行。

9.2 有关调功柜安装的一些说明

9.2.1 小型控制开关 QF1：调功柜柜内控制回路的电源总开关，决定着调功柜控制回路的工作。

9.2.2 小型控制开关 QF2：调功柜柜面 A、B、C 三相输入指示灯的电源控制开关。

9.2.3 小型控制开关 QF3：调功柜柜面 A、B、C 三相输出指示灯的电源控制开关。

9.2.4 主回路控制开关 QF：控制主回路工作的开关。

9.2.5 铂电阻 PT-100 的接入：通过柜内端子排的“1、2、3”脚接入。**注意 1，2 间为电阻信号，2，3 间为温度补偿信号**。

9.2.6 仪控控制信号：通过柜内端子排的“5、6”脚接入。该信号为上位机远程控制调功柜的工作（接通为允许工作，断开为停止工作），如无上位机，则直接用导线将“5、6”脚短接。**注意，该对接点为有源接点**。

9.2.7 调功柜工作信号：通过柜内端子排的“8、9”脚接出。该信号送至上位机监视调功柜的工作情况（接通为工作，断开为停止工作），如无上位机，请空出。该对接点为无源接点。

9.2.8 调功柜外接启动信号：通过端子排上对应接点（具体对照电气原理图的端子排说明）接入。该信号是上位机控制调功柜本柜的启动（常开接点，点动为启动），如无上位机，请空出。**注意，该对接点为有源接点**。

9.2.9 调功柜外接停止信号：通过端子排上对应接点（具体对照电气原理图的端子排说明）接入。该信号是上位机控制调功柜本柜的停止（常开接点，点动为停止），如无上位机，请空出。**注意，该对接点为有源接点**。

9.2.10 控制外部设备信号：通过端子排上对应接点（具体对照电气原理图的端子排说明）接出。该信号是由调功柜柜面“外部控制开关”给出允许相关后续设备运行的允许信号（接通为允许，断开为禁止），一般为备用，不用请

空出。该对接点为无源接点。

9.2.11DCS4～20mA IN 信号：通过端子排上对应接点（具体对照电气原理图的端子排说明）接入。该信号是在 DCS 控制周波工作时，上位机通过设定加热功率所给出的控制信号。功率 0％～100％需与 4～20mA 电流信号一一对应。接线时务必注意，4～20mA 电流信号的正负。

9.2.12 柜内“DCS 控制/本控”转换开关：打在“DCS 控制”是通过远程（上位机）4～20mA 信号来控制周波的工作，远程 4～20mA 信号通过柜内端子排上两端子引进；打在“本控”则通过温控设定运行温度值来控制周波的工作。出厂时，打在“本控”位。

9.2.13 附加说明

如 DCS 上位机系统只给调功柜一对控制信号，请接柜后端子排“仪控控制信号”（接通为开启调功柜工作，断开为调功柜停止工作），调功柜本柜启停由本柜相应控制按钮控制；如 DCS 上位机给调功柜两对控制信号（一对为长动信号，一对为点动信号），请将长动信号接柜内端子排“仪控控制信号”（接通为开启调功柜工作，断开为调功柜停止工作），将点动信号接柜内端子排“调功柜外接停止信号”（常开接点，点动为停止），调功柜本柜启动由本柜相应控制按钮控制；如 DCS 上位机能给调功柜三对控制信号，请按照电气原理图端子排说明连接。如有疑问，请与本公司联系，本公司将予以满意的答复。

9.3 初运行调试

9.3.1 联动调试

在确保各设备间主回路连接无短路现象后，合上调功柜内的控制开关 QF1、QF2、QF3 及主开关 QF（双控制回路的系统要先用“Ⅰ仪控选择Ⅱ”选择一路回路）。

先用本柜柜面的启动、停止按钮试验一次启、停。然后再通过 DCS 上位机的外接启动、外接停止按钮控制一次启、停。现象与带模拟负载时类似，在此不再累述。如 DCS 上位机只提供调功柜一对控制信号，这步调试免去。

在调功柜正常开启的情况下，温控正常显示，再通过 DCS 上位机的仪控控制信号来控制调功柜的工作：DCS 按钮按下后，周波正常工作，调功柜正常工作，DCS 上位机收到“调功柜正常工作”的信号；DCS 按钮弹出后，周波停止工作，调功柜停止工作，DCS 上位机收到“调功柜停止工作”的

信号。

将周波的电源开关按钮“ON/OFF”按进，置于“ON”位，将手动/自动按钮“MAN/AUT”按进，置于“AUT”位，再将柜内“DCS 控制/本控”开关置于“DCS 控制”位，通过 DCS 上位机给调功柜周波 4~20mA 的控制信号来控制调功柜的功率输出。4mA 对应 0％功率输出，20mA 对应 100％功率输出。在改变电流值时，周波的红色光柱、输出信号灯，调功柜柜面 A、B、C 三相输出指示灯及功率输出均会随之变化。一般正常情况工作，建议置于“本控”位，因为“本控”是有温度的 P、I、D 闭环调节控制，而“DCS 控制”位是 DCS 上位机输出的功率控制，是开环控制。

**联动调试结束，将周波调到出厂状态。**

9.3.2 活化电加热器运行

了解电加热器活化时的运行温度及高限温度，对温控运行温度及报警温度进行设定。

按下周波电源按钮，使周波处于手动调节状态，缓慢顺时针旋动手动调节电位器旋钮，直到旋到底，调功柜满功率输出。此过程与带模拟负载时类似。

据负载功率的大小及加热气体流量的大小，调功柜从室温加到设定温度一般位 15 分钟～30 分钟不等。在此过程中调功柜满功率输出。

用万用表电压档测量三相输出电压，电压应平衡；用钳形电流表测量三相输出电流，电流应平衡。如不平衡则应调整负载电阻到平衡为止。

观察调功柜柜面 A、B、C 三相积分功率表的指示刻度，应为 100％，如有误差且认为过大，则应分别调整积分功率表后面的电位器，使之指示 100％。调节时应注意积分功率表指针的动作缓慢，在每调节一次，等数秒钟，指针动作准确后再调节，直到显示准确。

观察调功柜工作稳定后，按下周波面板上手动/自动按钮“MAN/AUT”，置于“AUT”位，使之工作于自动状态，由温控经 P、I、D 闭环调节后控制周波工作。

9.3.3 待电加热器活化完毕后，调节温控正常运行温度参数及高温报警参数。如果调功柜经常使用，可将调功柜置于开启状态，通过 DCS 上位机的“仪控控制信号”来控制调功柜的工作情况。

# 10、温控参数整定及调试方法

10.1 温控的调试需在控制回路开关 QF1 合上，而调功柜（或周波）停止工作的情况下进行。根据现场的实际情况进行参数修改。

10.2 功能键“SET”的使用

在温控面板上有“SET”键，此键是需要对温控参数进行设定时用。按“SET”键三秒钟即可进入参数设置状态。温控面板上排显示窗显示设定项目字符名称，下排显示窗显示设定项目数值。通过“∧”或“∨”键来增加或减小设定数值。某一项目设置完再按一下功能键“SET”即转入下一设置项目，或回到工作状态。

10.3 软件锁的使用

按“SET”键三秒钟至上排显示窗显示“L C”时，按“∧”或“∨”键，下排显示窗显示“0FF”时表示加锁，显示“0n”时表示不加锁。在加锁状态下，不能对参数及运行值进行设置。一般防止误操作，在参数设置完后，需加锁。

10.4 运行值的设定

在软件锁打开的状态下，直接按“∧”或“∨”键，使下排显示窗显示改变为所需运行值。出厂时，一般设为 180℃。

10.5 超温报警值的设定

为防止由于某种原因使系统控制温度过高而超限时，闭锁输出的一个设定值。按“SET”键至上排显示窗显示“AH”时，按“∧”或“∨”键设置温度高限报警值。出厂时，一般设为 200℃。

10. 6 测量误差修正值的设定

当认定包括传感器在内的控制系统出现误差而不能与更高精度等级的测量装置取得一致结果时、或两路控制系统显示不一致时，可使用“修正”功能，以取得一致。按“SET”键至上排显示窗显示“SC”时，按“∧”或“∨”键在误差修正范围内设置一个与误差方向相反的相同值即可。例如：偏高 3℃，设置－3℃，偏低 3℃，设置 3℃。出厂时，一般设为 0。

10.7PID 值的调节

根据现场系统电流变化速度的允许要求进行调节。

P 值为仪表比例带，系统功率越大，热容量越小，则 P 值应越小，温度超调量越小；反之亦然。对于热扰动小的系统，P 值应尽量小。

I 为仪表积分时间，I 值越小，积分作用越明显。

D 为仪表微分时间，D 值越小，系统响应越快；反之越慢。

实际调试工程中，输出百分比变化过快，并长时间处于最大输出或最小输出（即类似于位式控制），系统电流变化过快，应减小 P 值，增加 D 值；输出百分比变化过慢，加热响应过慢，应减小 D 值，增加 P 值。

按 “SET”键至上排显示窗显示“P”或“I”或“D”时，按“∧”或“∨”键 PID 值的设置。出厂时，一般设 P=5，I=10，D=5，一般不做现场改动，如检查时发现数值不对可进行恢复。

10.8 比例偏置功能的使用

当系统加热功率不匹配或系统滞后等原因，初始控制时会出现造成被控值过冲或欠调现象。为了解决这类问题，可使用比例偏置功能。

当第一次使用温控时，记录温度过冲最大值（或欠调最大值），然后再根据设置的比例带 P 值与过冲（或欠调值）设置比例偏置值。注意温度过冲时比例偏置值为负数，欠调时比例偏置值为正数。计算方法如下：

比例偏置值＝（温度设置值－温度过冲（欠调）值）×100％/（仪表量程（300℃）×比例带％）

按“SET”键至上排显示窗显示“PS”时，按“∧”或“∨”键进行比例偏置值的设置。出厂时，一般设为－20。因为已经调试好，一般不做现场改动。

# 11、 常见故障及故障排除

11.1 快熔在短路会发生熔断故障，应更换同型号新品，不得以铜丝或普通熔断器代替，平时应库存备件及时更换。

11.2 晶闸管在过流或是过压时，可能会损坏。通常表现为常通或不通，失去控制，可用下述办法检查。

完好的双向晶闸管（TRIACA），用万用表欧姆档测量各极时，控制极G和$T_1$之间应为低电阻约为数十欧姆，G和$T_2$之间为高电阻。测量时请注意有的制造厂按老标准生产的产品，$T_1$标作$T_2$、$T_2$标作$T_1$。

完好的晶闸管（SCR），用万用表欧姆档测量各极时，控制极 G 与阴极 K 之间为低电阻，控制极 G 与阳极 A 之间为高电阻，阳极 A 与阴极 K 之间为高电阻。

如 TG-G 发生故障时，可用备件换上，损坏件寄回本公司修理，修复后再作备件用。

11.3 在初次调试时，如果不能正常开启调功柜，请检查 380V 三相四线电源是否接好。

11.4 在初次调试时，开启调功柜后，温控正常工作时，若上排显示窗显示“HH”，请检查温度传感器是否断线或输入超出了量程上限；若上排显示窗显示“LL”，请检查端子排“1、2、3”脚的 PT-100 铂电阻接法是否正确。1、2 间为电阻信号，2、3 间为温度补偿信号。刚上电瞬间，上排显示窗显示“Ob”，下排显示窗显示仪表内部功能参数，此时不可按动设置键，否则上电软件自检时错误而损坏温控。

11.5 在初运行调试时，如果用外接 4～20mADCS 控制信号控制调功柜工作不能实现控制，请检查端子排“4～20mADCS IN”信号的正负是否接反。调整后再试。

11.6 在模拟负载调试时，如发现三相输出有允许范围之外的不平衡现象，请先检查 A、B、C 三相电源输入的相序是否正确。若正确，请将周波板后的电源进线（L、N）对调。若问题还未解决，请更换备用周波。长期的运行也可能出现调功柜的三相输出不平衡或周波在手动、自动下均不能满功率输出的现象，需更换备用周波。

11.7 如周波有光柱显示故障（光柱显示不亮或部分不亮或光柱不移动）、不能手动控制、在温控有给周波 DC+、DC－脚信号时不能自动控制或无输出等等

故障，请更换备用周波，损坏件寄回本公司修理，修复后再作备件用。

11.8 在调试和运行中如遇到故障自行无法解决的，请与本公司联系，本公司派员前往处理。

## 12、订货需知

12.1 订货时需说明产品名称、型号及订购数量。

12.2 提供配套电加热器功率、电压等级以及电加热器接法。

12.3 本装置控制部分有双回路控制，订货时需说明。

12.4 本装置出厂附带：产品出厂合格证一份，产品说明书及图纸二份。

## 13、附图